

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-085969

(43)Date of publication of application : 20.03.2003

(51)Int.Cl.

G11C 11/24

G11C 11/22

(21)Application number : 2001-274346

(71)Applicant : PIONEER ELECTRONIC CORP  
CHO YASUO

(22)Date of filing : 10.09.2001

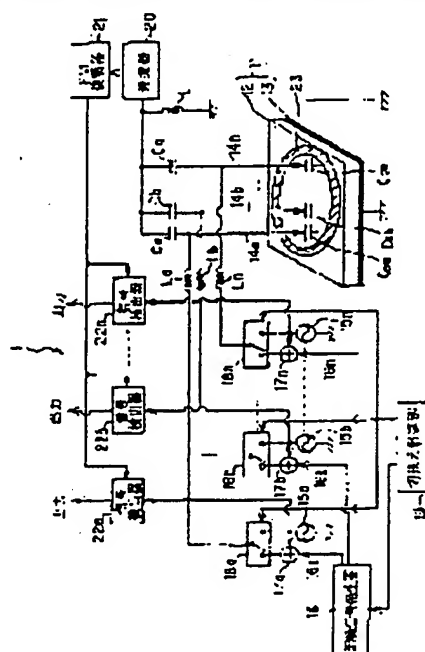
(72)Inventor : CHO YASUO  
ONOE ATSUSHI

(54) DIELECTRIC INFORMATION DEVICE, TAPE-LIKE MEDIUM RECORDING AND REPRODUCING DEVICE, AND DISK-LIKE MEDIUM RECORDING AND REPRODUCING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a high-density and large-capacity dielectric information device which constitutes SNDM capable of using a plurality of small-sized probes and records and reproduces information in fine areas of a dielectric by using the SNDM.

SOLUTION: This device is provided with a plurality of 1st electrodes 14 which record information in fine areas of the dielectric 12 and a 2nd electrode 13 which is provided to be opposite to the 1st electrodes 14 across the dielectric and grounded and an AC signal is applied to the 1st electrodes 14 to read the information recorded in the fine areas of the dielectric thin film 12. The dielectric constant of the fine areas is determined by the polarization direction of the fine areas and the direction of an applied electric field and a resonance circuit including a capacitor Cs based upon the dielectric constant and an externally provided inductor L as elements causes an oscillator 20 to oscillate. The signal of the oscillator 20 is demodulated by an FM demodulator 21 and synchronously detected by a signal detector 22. To record information, a recording signal is applied to the 1st electrodes 14 and the polarization direction is so determined as to correspond to the recording signal.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-85969  
(P2003-85969A)

(43) 公開日 平成15年3月20日 (2003.3.20)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	ページ数 (参考)
G 1 1 C 11/24		G 1 1 C 11/24	
11/22	5 0 1	11/22	5 0 1 A

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2001-274346 (P2001-274346)

(22) 出願日 平成13年9月10日 (2001.9.10)

(71) 出願人 000005016

パイオニア株式会社

東京都目黒区目黒1丁目4番1号

(71) 出願人 501077767

長 康雄

宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2-4-5-304

(72) 発明者 長 康雄

宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2丁目4-5-304

(74) 代理人 100104765

弁理士 江上 達夫 (外1名)

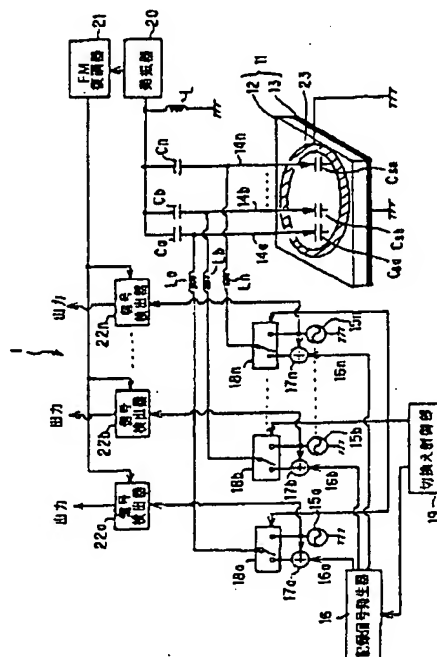
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 誘電体情報装置、テープ状媒体記録再生装置及びディスク状媒体記録再生装置

(57) 【要約】

【課題】 小型で複数のプローブを用いることができる S N D M を構成し、この S N D M を用いて誘電体の微小領域に情報を記録し、再生する高密度、大容量の誘電体情報装置を提供する。

【解決手段】 誘電体12の微小領域に情報を記録する複数の第1の電極14と、第1の電極14と対向して誘電体を挟んで設けられた接地される第2の電極13とを設け、第1の電極14に交流信号を印加して誘電体薄膜12の微小領域に記録された情報を読み出す。微小領域の分極方向と加える電界の方向によって、その微小領域の誘電率が定まり、その誘電率に基づく容量C<sub>s</sub>と外付けされたインダクタLとを要素として含む共振回路で発振器20を発振させる。発振器20の信号はFM復調器21で復調され信号検出器22で同期検波される。記録する場合は記録信号を第1の電極14に印加し、分極方向を記録信号に対応するように定める。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 対向する第1の面と第2の面とを有する誘電体の微小領域に情報を記録する誘電体情報装置であって、

前記誘電体の第1の面に接触するように設けられた、所定曲率の先端部を有する第1の電極と、  
前記誘電体の第2の面に接続する第2の電極と、  
記録すべき信号を生成する記録信号生成手段と、  
前記記録信号生成手段により生成された信号を前記第1の電極に印加する信号印加手段とを具備することを特徴とする誘電体情報装置。

【請求項2】 対向する第1の面と第2の面とを有する誘電体の微小領域に情報を記録する誘電体情報装置であって、

前記誘電体の第1の面に接触するように設けられた、所定曲率の先端部を有する第1の電極と、  
前記誘電体の第2の面に接続する第2の電極と、  
記録すべき信号を生成する記録信号生成手段と、  
所定の周波数を有する交流信号を生成する交流信号生成手段と、

前記記録信号生成手段により生成された信号と、前記交流信号生成手段により生成された信号を重畳する信号重畳手段と、

前記信号重畳手段により重畳された信号を前記第1の電極に印加する信号印加手段と、

誘電体の第1の電極と第2の電極間に形成される容量と、外付けされたインダクタを含んで構成された発振手段と、

前記発振手段により発振した、前記容量に依存して変調された周波数を復調する復調手段と、

前記復調手段により復調された信号と前記交流信号とにより、記録した信号を再生する信号再生手段とを具備することを特徴とする誘電体情報装置。

【請求項3】 対向する第1の面と第2の面とを有する誘電体の微小領域に記録された情報を再生する誘電体情報装置であって、

前記誘電体の第1の面に接触するように設けられた、所定曲率の先端部を有する第1の電極と、

前記誘電体の第2の面に接続する第2の電極と、

所定の周波数を有する交流信号を生成する交流信号生成手段と、

前記交流信号生成手段により生成された交流信号を前記第1の電極に印加する信号印加手段と、

誘電体の第1の電極と第2の電極間に形成される容量と、外付けされたインダクタを含んで構成される発振手段と、

前記発振手段により発振した、前記容量に依存して変調された周波数を復調する復調手段と、

前記復調手段により復調された信号と前記交流信号とにより、記録されている信号を再生する信号再生手段とを

具備することを特徴とする誘電体情報装置。

【請求項4】 対向する第1の面と第2の面とを有する誘電体の微小領域に情報を記録し、再生する誘電体情報装置であって、

(i) 記録手段は、

前記誘電体の第1の面に接触するように設けられた、所定曲率の先端部を有する第1の電極と、

前記誘電体の第2の面に接続する第2の電極と、

記録すべき信号を生成する記録信号生成手段と、

所定の周波数を有する交流信号を生成する交流信号生成手段と、

前記記録信号生成手段により生成された信号と、前記交流信号生成手段により生成された信号を重畳する信号重畳手段と、

前記信号重畳手段により重畳された信号を前記第1の電極に印加する信号印加手段とを具備し、

(ii) 再生手段は、

誘電体の第1の電極と第2の電極間に形成される容量

と、外付けされたインダクタを含んで構成された発振手段と、

前記発振手段により発振した、前記容量に依存して変調された周波数を復調する復調手段と、

前記復調手段により復調された信号と前記交流信号とにより、記録した信号を再生する信号再生手段とを具備し、

さらに、前記記録手段及び再生手段のいずれか一方の手段を選択する選択手段を具備することと特徴とする誘電体情報装置。

【請求項5】 前記交流信号を前記発振手段に対して遮断する遮断手段を具備することを特徴とする請求項2から4のいずれか一項に記載の誘電体情報装置。

【請求項6】 前記信号再生手段は同期検波方式による再生手段であることを特徴とする請求項2から5のいずれか一項に記載の誘電体情報装置。

【請求項7】 前記第1の電極の周囲に接地した電極を具備することを特徴とする請求項2から6のいずれか一項に記載の誘電体情報装置。

【請求項8】 前記第1の電極は、所定間隔を有して保持された複数の電極から成ることを特徴とする請求項1から7のいずれか一項に記載の誘電体情報装置。

【請求項9】 複数設けられた前記第1の電極の各々に供給する、それぞれ異なる交流信号を生成する交流信号生成手段を設けることを特徴とする請求項1から8のいずれか一項に記載の誘電体情報装置。

【請求項10】 前記誘電体は、強誘電体からなることを特徴とする請求項1から9のいずれか一項に記載の誘電体情報装置。

【請求項11】 テープ状の誘電体記録媒体に情報を記録し再生するテープ状媒体記録再生装置であって、

前記誘電体記録媒体を直線状に走行させる走行手段と、

前記誘電体記録媒体に接触し、情報を記録し読み出す複数の電極と、  
前記複数の電極と前記誘電体記録媒体を挟んで設けられた、接地される共通電極と、  
記録する信号を生成し、読み出された信号を再生する信号処理手段とを具備することを特徴とするテープ状媒体記録再生装置。

【請求項12】 前記誘電体記録媒体は、強誘電体からなることを特徴とする請求項11に記載のテープ状媒体記録再生装置。

【請求項13】 ディスク状の誘電体記録媒体に情報を記録し再生するディスク状媒体記録再生装置であって、前記誘電体記録媒体を回転させる回転手段と、前記誘電体記録媒体に接触し、情報を記録し読み出す複数の電極と、前記複数の電極と前記誘電体記録媒体を挟んで設けられた、接地される共通電極と、前記複数の電極をディスク状の誘電体記録媒体の半径方向に移動させる移動手段と、記録する信号を生成し、読み出された信号を再生する信号処理手段とを具備することを特徴とするディスク状媒体記録再生装置。ディスク状媒体記録再生装置

【請求項14】 前記誘電体記録媒体は、強誘電体からなることを特徴とする請求項13に記載のディスク状媒体記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、誘電体の微小領域に情報を記録する記録装置、誘電体の微小領域に記録した情報を再生する再生装置、誘電体の微小領域に情報を記録し、再生する記録再生装置を形成する誘電体情報装置の技術分野に属する。

【0002】

【従来の技術】近年、多くの種類の強誘電材料や圧電材料が開発され、超音波や光子及びメモリ等に多く用いられている。それに伴い、強誘電材料の残留分極分布や圧電材料の局所異方性の計測が行える方法の開発が進められてきている。これらに関し本願発明者らは純電気的に材料の分極分布や局所異方性の検出が、表面に付着した自由電荷による遮蔽効果に妨げられることなく行える技術として走査型非線形誘電率顕微鏡（SNDM: Scanning Nonlinear Dielectric Microscopy）を開発してきた。

【0003】SNDMは材料の非線形誘電率の分布計測から、分極の状態や局所的な異方性を検出する技術であって、これまで同軸共振器を用いた分布定数型プローブ、LC共振器を用いた小型の集中定数型プローブと順次開発を進めている。その分解能もナノメートルからサブナノメートルオーダーにまで達しており、線形・非線形誘電率分布の定量計測も可能になっている。

【0004】このようにSNDMは誘電体の分極分布を極めて微小な領域で非破壊計測が可能であり、他方、所定の電界を印加することにより分極を制御することができる。従ってこのSNDMは超高密度誘電体記録再生を実現するための有効な技術となるものである。

【0005】さて、超高密度誘電体記録再生を実現するために、さらに小型で記録再生装置として用いることに適したSNDMが開発されている。このSNDMでは誘電体記録媒体側の裏面に形成された第1の電極と、前記誘電体の微小領域に接触（或いは微小のギャップを介して接触）するように形成されたプローブ用探針である第2の電極との間に、第1の電極側から測定用の低周波交番電界を印加して媒体に記録されていた微小領域の分極の正負を読み出していた。このとき前記第2の電極はグランドに接続された構成となっている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】SNDMによる情報の高速記録再生を実現するには、複数のプローブを用いて同時に行うことが効果的である。しかしながら従来の構成ではプローブの数に応じた複数の発振器が必要であり、その発振器は比較的大きなものであった。この規模の大きな複数個の発振器を集積化し、装置の小型化を図ることは困難であり、装置の小型化を妨げる要因になっていた。

【0007】従って本発明は前記問題点に鑑みなされたものであり、小型で複数のプローブを用いることができるSNDMを構成し、このSNDMを用いて誘電体の微小領域に情報を記録する記録装置、記録した情報を再生する再生装置、及び情報を記録し再生する記録再生装置となる誘電体情報装置を提供しようとするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の誘電体情報装置は上記課題を解決するために、対向する第1の面と第2の面とを有する誘電体の微小領域に情報を記録する誘電体情報装置であって、前記誘電体の第1の面に接触するように設けられた、所定曲率の先端部を有する第1の電極と、前記誘電体の第2の面に接続する第2の電極と、記録すべき信号を生成する記録信号生成手段と、前記記録信号生成手段により生成された信号を前記第1の電極に印加する信号印加手段とを具備する。

【0009】本発明の第1の誘電体情報装置の態様では、誘電体の微小領域に情報を高密度で書き込むことが可能となる。記録媒体として用いる誘電体は、情報を書き込む面は平坦に形成され、書き込み用の第1の電極が好適に接触し、また移動が好適に行われる。誘電体の他の面には全面に第2の電極が密着して設けられていて、例えば、共通電位である接地電位に接続される。

【0010】前記第1の電極は、例えばタングステン等の導電性材料を、その先端が所定の曲率である、例えば半径がサブミクロンのオーダーの球状に電界研磨したも

のが用いられる。または、金属コーティングされた A F M (Atomic Force Microscope: 原子間力顕微鏡) 用のカンチレバー等を用いてよい。

【0011】前記第2の電極は、例えば所定の平面状態が確保された導電性の基板が用いられる。

【0012】また、記録媒体となる誘電体は前記導電性の基板の上に、誘電体を所定の方法、例えばスパッタリング等の公知の方法によって形成された誘電体膜を用いることができる。

【0013】誘電体材料は、例えば以下に示す材料が使用される。

【0014】(a)  $PbTiO_3-PbZrO_3$  の固溶体である P Z T 材料。

【0015】(b)  $PbTiO_3$  で表されるチタン酸鉛。

【0016】(c)  $PbZrO_3$  で表されるジルコン酸鉛。

【0017】(d)  $BaTiO_3$  で表されるチタン酸バリウム。

【0018】(e)  $LiNbO_3$  で表されるニオブ酸リチウム。

【0019】(f) 鉛 (Pb), ランタン (La), ジルコニウム (Zr), チタン (Ti) 系の固溶体である P L Z T 材料。

【0020】(g) ビスマス (Bi), ナトリウム (Na), 鉛 (Pb), バリウム (Ba) 系の固溶体である B N P B 材料などの誘電体材料。

【0021】前記材料は、セラミックス、単結晶又は薄膜形成されたもののいずれの材料も使用可能である。また、ポリフッ化ビニリデン (P V D F)、フッ化ビニリデンと三フッ化エチレンの共重合体、フッ化ビニリデンと四フッ化エチレンの共重合体、シアノビニリデンと酢酸ビニルの共重合体などの圧電高分子材料なども使用することができる。またさらに、前記材料を複数個組み合わせた材料も使用できる。

【0022】記録信号生成手段は、第1の電極に印加されて誘電体材料の微小領域の分極状態を変化させ、記録する情報を生成する。デジタル信号に限ることなくアナログ信号であってもよい。音声情報、映像情報、コンピュータ用のデータ等、各種の情報に応じて構成される。

【0023】信号印加手段は、このように生成された記録用の信号を、直流電圧又はパルスとして誘電体の第1の面に第1の電極を介して印加する。

【0024】本発明の第2の誘電体情報装置は上記課題を解決するために、対向する第1の面と第2の面とを有する誘電体の微小領域に情報を記録する誘電体情報装置であって、前記誘電体の第1の面に接触するように設けられた、所定曲率の先端部を有する第1の電極と、前記誘電体の第2の面に接続する第2の電極と、記録すべき

信号を生成する記録信号生成手段と、所定の周波数を有する交流信号を生成する交流信号生成手段と、前記記録信号生成手段により生成された信号と、前記交流信号生成手段により生成された信号を重畳する信号重畳手段と、前記信号重畳手段により重畳された信号を前記第1の電極に印加する信号印加手段と、誘電体の第1の電極と第2の電極間に形成される容量と、外付けされたインダクタを含んで構成される共振手段と、前記共振手段により共振した、前記容量に依存して変調された周波数を復調する復調手段と、前記復調手段により復調された信号と前記交流信号とにより、記録した信号を再生する信号再生手段とを具備する。

【0025】本発明の第2の誘電体情報装置の態様によれば、第1の誘電体情報装置に、記録していく情報を同時に再生して、記録状態を確認する再生手段を備えたものであって、記録が正常に行えているか否かを確認しながら情報の記録を行っていくことが可能となる。

【0026】再生手段の構成は、第1の電極と第2の電極間の微小領域で形成される、誘電体の分極の状態に対応した容量と、外付けされるインダクタとで構成される共振回路に接続された共振器と、容量の変動に対応して変化する前記共振器の共振周波数を復調する復調器と、前記復調器からの信号を前記交流信号生成手段により生成され記録情報に重畳された交流信号に同期させて、記録情報を再生する信号再生手段からなる。このときの共振周波数は 1 G h z 程度である。

【0027】交流信号発生手段は、比較周波数の低い、例えば 5 K h z 程度の周波数の交番電圧を発生し、信号重畳手段により記録用信号に重畳される。この合成された信号が信号印加手段により第1の電極に印加される。

【0028】その他の構成、記録媒体に関する説明は上述した第1の誘電体情報装置と同一である。また、第1の電極は上述した第1の誘電体情報装置で用いられるものと同様のものが適用される。

【0029】本発明の第3の誘電体情報装置は上記課題を解決するために、対向する第1の面と第2の面とを有する誘電体の微小領域に記録された情報を再生する誘電体情報装置であって、前記誘電体の第1の面に接触するように設けられた、所定曲率の先端部を有する第1の電極と、前記誘電体の第2の面に接続する第2の電極と、所定の周波数を有する交流信号を生成する交流信号生成手段と、前記交流信号生成手段により生成された交流信号を前記第1の電極に印加する信号印加手段と、誘電体の第1の電極と第2の電極間に形成される容量と、外付けされたインダクタを含んで構成される共振手段と、前記共振手段により共振した、前記容量に依存して変調された周波数を復調する復調手段と、前記復調手段により復調された信号と前記交流信号とにより記録されている信号を再生する信号再生手段とを具備する。

【0030】本発明の第3の誘電体情報装置の態様によ

れば、記録媒体である誘電体に、第1の電極と第2の電極間の分極の状態に応じた容量として記録されている情報を読み取る装置であって、所定の周波数の交流信号を交流信号生成手段により生成し、この交流信号を第1の電極に印加しつつ第1の電極で誘電体の表面に接触する。この接触した第1の電極と第2の電極間の微小領域の前記容量と外付けされたインダクタにより決まる周波数で発振する発振器を備え、この発振器の容量の値に応じて変調された発振信号を復調し、さらにその復調信号から前記交流信号と同期させて記録している情報を読み出す。交流信号は5 KHz程度であり、発振信号は1 GHz程度である。交流信号と同期させて情報を読み出すことにより高品位の情報再生が可能となる。

【0031】その他の構成、記録媒体に関する説明は上述した第1の誘電体情報装置と同一である。また、第1の電極は上述した第1の誘電体情報装置で用いられるものと同様のものが適用される。

【0032】本発明の第4の誘電体情報装置は上記課題を解決するために、対向する第1の面と第2の面とを有する誘電体の微小領域に情報を記録し、再生する誘電体情報装置であって、(i)記録手段は、前記誘電体の第1の面に接触するように設けられた、所定曲率の先端部を有する第1の電極と、前記誘電体の第2の面に接続する第2の電極と、記録すべき信号を生成する記録信号生成手段と、所定の周波数を有する交流信号を生成する交流信号生成手段と、前記記録信号生成手段により生成された信号と、前記交流信号生成手段により生成された信号を重畳する信号重畳手段と、前記信号重畳手段により重畳された信号を前記第1の電極に印加する信号印加手段とを具備し、(ii)再生手段は、誘電体の第1の電極と第2の電極間に形成される容量と、外付けされたインダクタを含んで構成された発振手段と、前記発振手段により発振した、前記容量に依存して変調された周波数を復調する復調手段と、前記復調手段により復調された信号と前記交流信号とにより記録した信号を再生する信号再生手段とを具備し、さらに、前記記録手段及び再生手段のいずれか一方の手段を選択する切替え装置を具備する。

【0033】本発明の第4の誘電体情報装置の態様によれば、記録装置と再生装置を共に備えた構成であって、いずれの装置として動作させるかを選択する切替え装置を備える。記録装置と再生装置の各々の構成とその動作は上述したものと同一であるが、本発明の構成では、記録装置と再生装置の交流信号発生手段と発振手段と復調手段と信号検出手段は共用していて、それぞれに専用の手段を設ける必要はない。切替え装置は外部からの操作により、第1の電極に印加する再生用の交流信号と、情報と交流信号を重畳した記録用の信号を切り替える。切替え装置からの指示で再生用の信号と記録用の信号を切り替える手段は2つの入力から1つを選択する機械的リ

レー装置、あるいは半導体素子で構成された固体リレー装置が用いられるが、アナログ信号を扱う場合は機械的リレー装置が、デジタル信号を扱う場合は固体リレー装置が好適である。

【0034】その他の構成、記録媒体に関する説明は上述した第1の誘電体情報装置と同一である。また、第1の電極は上述した第1の誘電体情報装置で用いられるものと同様のものが適用される。

【0035】本発明の誘電体情報装置の一態様では、前記交流信号を前記発振手段に対して遮断する遮断手段を具備する。

【0036】この態様によれば、第1の電極に印加する交流信号と誘電体の分極状態に応じて発振周波数が決まる発振器を備える装置においては、交流信号が発振器に入力されると発振周波数に影響を与えることになる。

【0037】この交流信号は分極状態に所定の周波数の揺動電界を与え、再生信号からこの交流信号を用いて記録されている情報を高いS/N比で読み取りが行えるようにしようとするものである。しかしながらこの交流信号が直接発振器に入力されると発振器と干渉して発振の外乱要因となり、また、後述するように第1の電極を複数設け、それぞれに異なる周波数の交流信号を印加する場合、更なる干渉が起こることを防止している。

【0038】上述した遮断手段を設けることは本発明の特徴の1つである、第1の電極を複数設けた場合であっても発振手段を1つで共用することを可能としている。即ち、比較的大きな回路構成を必要としていた発振手段を1つで済むので、記録、再生、記録再生装置を小型で安価に形成が可能となる。

【0039】本発明の誘電体情報装置の他の態様では、前記信号再生手段は同期検波方式による再生手段を具備する。

【0040】この態様によれば、誘電体の微小領域における容量に基づいて変化する発振器の発振周波数を、周波数復調手段により復調し、その復調信号を交流信号との位相関係を用いて再生する。交流信号に同期した信号が抜き出されるので高いS/N比で目的とする周波数変調を受けた信号の再生が可能である。発振周波数が多くの交流信号で変調されている場合、それぞれの交流信号と同期分離され、それぞれの交流信号に対応した正確な情報の再生が可能となる。

【0041】本発明の誘電体情報装置の他の態様では、前記第1の電極の周囲に接地した電極を具備する。

【0042】この態様によれば、前記電極は発振器によって第1の電極から印加された高周波電界が媒体表面の微小領域の容量を通過してアース側に戻る回路を形成している。尚、第1の電極の周囲に設定されていて上述したことと等価の役割を果たす電極であれば、その形状は問わない。

【0043】本発明の誘電体情報装置の他の態様では、



前記第1の電極は、所定間隔を有して保持された複数の電極から成る。

【0044】この態様によれば、複数の第1の電極を設けることで、同時に複数の媒体表面位置で情報を記録し再生することが可能となる。例えば8本の第1の電極を設けた場合、8ビット単位で情報の書き込み、読み出しが可能となり、データ処理の高速化と効率化が図れる。

【0045】本発明の誘電体情報装置の他の態様では、複数設けられた前記第1の電極の各々に供給する、それぞれ異なる交流信号を生成する交流信号生成手段を具備する。

【0046】この態様によれば、複数設けられ第1の電極のそれぞれに異なる周波数の交流信号を印加するので、情報を再生するときその電極に該当する周波数の交流信号を参照信号として用いることで、他の電極から再生される信号と混同することなく記録されている情報を再現することが可能である。

【0047】本発明の誘電体情報装置の他の態様では、前記誘電体は、強誘電体 (ferroelectric substance) からなる。

【0048】この態様によれば、通常の誘電体 (dielectric substance) と比較して一層良好に、強誘電体の微小領域に情報を高密度で書き込むことが可能となる。

【0049】本発明のテープ状媒体記録再生装置は上記課題を解決するために、テープ状の誘電体記録媒体に情報を記録し再生するテープ状媒体記録再生装置であって、前記誘電体記録媒体を直線状に走行させる走行手段と、前記誘電体記録媒体に接触し、情報を記録し読み出す複数の電極と、前記複数の電極と前記誘電体記録媒体を挟んで設けられた、接地される共通電極と、記録する信号を生成し、読み出された信号を再生する信号処理手段とを具備する。

【0050】この態様によれば、テープ状に形成された誘電体記録媒体を用いて高密度で大容量の記録再生装置を構成する可能となる。

【0051】本発明のテープ状媒体記録再生装置の一態様では、前記誘電体記録媒体は、強誘電体からなる。

【0052】この態様によれば、通常の誘電体からなる記録媒体と比較して一層良好に、強誘電体からなる記録媒体の微小領域に情報を高密度で書き込むことが可能となる。

【0053】本発明のディスク状媒体記録再生装置は上記課題を解決するために、ディスク状の誘電体記録媒体に情報を記録し再生するディスク状媒体記録再生装置であって、前記誘電体記録媒体を回転させる回転手段と、前記誘電体記録媒体に接触し、情報を記録し読み出す複数の電極と、前記複数の電極と前記誘電体記録媒体を挟んで設けられた、接地される共通電極と、前記複数の電極をディスク状の誘電体記録媒体の半径方向に移動させる移動手段と、記録する信号を生成し、読み出された信

号を再生する信号処理手段とを具備する。

【0054】この態様によれば、ディスク状に形成された誘電体記録媒体を用いて高密度で大容量、高速アクセスの記録再生装置を構成する可能となる。

【0055】本発明のディスク状媒体記録再生装置の一態様では、前記誘電体記録媒体は、強誘電体からなる。

【0056】この態様によれば、通常の誘電体からなる記録媒体と比較して一層良好に、強誘電体からなる記録媒体の微小領域に情報を高密度で書き込むことが可能となる。

【0057】本発明のこのような作用、及び他の利得は次に説明する実施の形態から明らかにされる。

【0058】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、誘電体情報装置については第1実施形態から第4実施形態を挙げ、また、テープ状媒体記録再生装置及びディスク状媒体記録再生装置の構成例について、それぞれ図を参照して説明する。

【0059】(第1実施形態) まず、第1実施形態の誘電体情報装置について図1から図4を参照して説明する。ここで図1は第1実施形態の構成を示す図であり、図2は誘電体の分極状態と出力電圧の関係を説明するための図であり、図3は探針の周囲に設けられた電極の作用を説明するための図であり、図4は信号の検出に用いられるロックインアンプの構成と信号検出の動作について説明するための図である。

【0060】本実施の形態は導電体基板上に形成された誘電体を記録媒体とし、誘電体の微小領域に電界を加えて分極の方向を所定の方向に合わせ、その微小領域を情報記録単位として記録する記録系の構成と、分極の方向と印加する電界の方向とで異なる特に3次の誘電率  $\epsilon_3$  に着目し (印加する電界と分極の方向が同じ場合と異なる場合とで誘電率  $\epsilon_3$  は反転する)、これに対応する容量の変化を検出して記録されている情報を読み出す再生系の構成とを有する、記録再生機能を有した誘電体情報装置である。

【0061】図1は本実施の形態の誘電体情報装置1の構成を示す概略の図であって、情報を記録する誘電体記録媒体11は誘電体薄膜12と誘電体薄膜12のベースとなる電極13からなり、電極13は接地される。誘電体薄膜12は導電性の材料である電極13の上に BaTiO<sub>3</sub>等の誘電体材料をスパッタリング等の公知の技術によって形成されたものである。または図示しない Si 基板上に白金などの薄膜電極を形成し、その上に P-ZT 等の誘電体薄膜をソルゲル法等の手法で形成したものをを用いてもよい。

【0062】誘電体記録媒体11の誘電体薄膜12に接触するように複数の探針14a~14nが設けられ、探針14a~14nと電極13との間に挟まれた誘電体薄膜12の微小領域に容量 Csa~Csn が形成され、情

報の記録単位となっている。

【0063】前記探針14a~14nに印加する交流信号を発生する交流信号発生器15a~15n、記録用信号を発生する記録信号発生器16、記録信号発生器16からの信号16a~16nと交流信号発生器15a~15nからの信号を重畳する加算器17a~17n、交流信号発生器15a~15nからの信号と重畳された信号を選択する切替え装置18a~18n、記録信号発生器16及び切替え装置18a~18nを制御する切替え制御部19、選択された信号を探針14a~14nに導くインダクタLa~Ln、容量Csa~Csnと共振回路を構成するインダクタL、容量Csa~CsnとインダクタLの値に基づいて発振する発振器20、発振器20からの周波数変調された発振信号を復調するFM復調器21、FM復調器21からの復調信号を交流信号発生器15a~15nからの信号と同期を取って情報を再生する信号検出器22a~22n、及び探針14a~14nを囲うようにして接地された電極23を備える。

【0064】交流信号発生器15a~15nは探針14a~14nのそれぞれにインダクタLa~Lnを介して固有の異なる周波数の交番電圧を供給するものであり、この周波数を参照信号として、各探針で検出する信号を弁別するものである。その周波数は5KHz程度を中心としたものであり、探針14a~14nと電極13との間の誘電体薄膜12の微小領域に交番電界を印加することになる。

【0065】従って、記録しながら記録状態が正常に行っているか否かを確認するための記録情報の再生を伴わない純粋な記録動作を行う際には、このような各探針14a~14nで検出する信号を弁別するための交番電界を印加する必要はなく、当該交番電界の印加は、専ら信号再生用に行われるものである。このため、記録時には、記録信号発生器16からの記録用の信号として、直流電圧或いはパルスを探針14a~14nに夫々印加すればよい。他方、再生時には、例えばキャリア周波数より十分低く探針14a~14nの数ほど周波数の異なる交流信号を交流信号発生器15a~15nにより印加すればよい。そして、このような交流信号発生器15a~15nにより交番電界を印加するか否かは、記録時と再生時にスイッチにより切り替えればよい。

【0066】誘電体記録媒体11の情報の記録及び再生の状態を図2に示す。まず、記録を行う場合は探針14から記録情報に基づいた電界が誘電体膜12を挟んで電極13との間に加えられる。ここで例えば探針14から電極13に向かう電界が印加されたとき微小領域は下向きの分極Pとなり、電極13から探針14に向かう電界が印加されたときは上向きの分極Pとなるとする。これが情報を記録した状態に対応する。探針14が矢印Xで示す方向に操作されると、検出電圧は分極Pに対応して、上下に振れた矩形波として出力される。分極Pの分

極程度によりこのレベルは変化し、アナログ信号としての記録も可能である。

【0067】次に再生では、探針14から加えられる交番電界の方向と対応する微小領域の分極P方向の関係から3次の誘電率 $\epsilon_3$ の正負が反転し、従ってこれに対応する容量Csa~Csnの値が変化し、詳しくは後述する発振器20はこの容量Csa~Csnの値に基づいて発振周波数が変化し、これを復調することで情報の読み出しが可能となる。

【0068】記録信号発生器16は記録用の信号を発生し、交流信号発生器15a~15nの交流信号と重畳されて、記録時に探針14a~14nに供給される。この信号はデジタル信号に限らずアナログ信号であってもよい。これらの信号として、音声情報、映像情報、コンピュータ用デジタルデータ等、各種の信号が含まれる。また、記録信号に重畳された交流信号は信号再生時の参照信号として各探針の情報を弁別して再生するためである。

【0069】加算器17a~17nは記録信号16a~16nに交流信号発生器15a~15nからの固有で異なる交流信号を重畳するためのものである。交流成分を含む記録信号となり探針14a~14nのそれぞれにインダクタLa~Lnを介して印加される信号を形成する。

【0070】切替え装置18a~18nは再生時、交流信号発生器15a~15nからの信号を、一方、記録時は記録信号発生器16からの信号を探針14a~14nに供給されるように選択する。この装置は機械式のリレーや半導体の回路が用いられるが、アナログ信号にはリレーが、デジタル信号には半導体回路で構成するのが好適である。

【0071】切替え制御部19はユーザの操作指示で作動し、記録動作をさせる場合は記録信号発生器16の動作を開始させ、切替え装置18a~18nを記録信号発生器16側に接続し、一方、再生動作をさせる場合は切替え装置18a~18nを交流信号発生器15a~15n側に接続させる。また、図示しない誘電体情報装置の各種制御回路、駆動回路、これらを制御するCPUを中心とした制御回路等を選択された動作を知らせ、装置の制御、駆動に当たらせる。

【0072】インダクタLa~Ln及び容量Ca~Cnは、交流信号発生器15a~15nや記録信号発生器16からの信号が発振器20の発振に干渉しないように信号系統を遮断するためのハイパスフィルタを構成するために用いられていて、その遮断周波数は $f = 1 / 2\pi \sqrt{\{L(a \sim n) C(a \sim n)\}}$ である。ここで、LはインダクタL(a~n)のインダクタンス、Cは容量C(a~n)のキャパシタンスとする。交流信号の周波数は5KHz程度であり、発振器20発振周波数は1GHz程度であるので、1次のLCフィルタで分離は十分に



行われる。さらに次数の高いフィルタを用いてもよいが素子数が多くなるので装置が大きくなる虞がある。

【0073】また、読み取り速度の向上のために交流信号発生器15の交流信号の周波数と発振器20の発振周波数はさらに高くすることが望ましい。その場合フィルタの定数もそれに対応して選定される必要がある。

【0074】発振器20はインダクタLと容量Csa～Csnで構成される共振回路の共振周波数 $f_0 = 1/2\pi\sqrt{LC}$ で発振する。ここで、LはインダクタLのインダクタンス、Cは容量Csa～Csn、及び探針14周辺の図示しない浮遊容量の並列に合成されたキャパシタンスとする。発振器20は上述したようにインダクタLa～Ln及び容量Ca～Cnによって信号源側と分離されているため、個々の探針毎に発振器を設ける必要はなく1つを備えればよい。これは本発明の大きな特徴となるものである。この周波数は1GHz程度を中心とした値となるようにインダクタLのインダクタンスを設定する。

【0075】ここで容量Ca～Cnと浮遊容量の発振に対する影響は、まず、容量Ca～Cnについて、その容量は容量Csa～Csnと比較して十分に大きく、また、直列接続になっているので容量Csa～Csnが発振周波数に対して支配的になる。また、浮遊容量は容量Csa～Csnと並列に入るが、所定の手法により、例えば誘電率が既知のサンプルを用いてこの浮遊容量と発振周波数の関係を知ることができ、従って発振周波数の変動を容量Csa～Csnの変動と対応して分離することが可能である。

【0076】FM復調器21は容量Csa～Csnの変動に対応して発振する発振器20の出力をFM検波し振幅信号に復調する。この復調された信号には記録されている情報の他に各探針に印加された交流信号の成分を含むものである。

【0077】信号検出器22a～22nは上述したFM復調器21からの復調信号から、交流信号発生手段15a～15nの信号を参照信号として、各交流信号、即ち、各探針に対応した信号を分離して再生する。この信号検出器22として例えばロックインアンプを用いる。各周波数と同期をとることでその周波数の成分だけを高いS/N比で分離して取り出すことができる。尚、他の位相検波手段を用いてもよいことは当然である。

【0078】電極23は図3に示すように探針14a～14nの周囲に設けられた、接地された電極であって、発振器20で発振された高周波電界が探針14の先端から誘電体の微小領域の微小容量Csを通過してアース側に戻る回路を形成するための電極である。このような働きをするものであれば任意の形状の電極を用いてもよい。

【0079】次に、本実施形態の誘電体情報装置1の記録装置としての動作について説明する。

【0080】まず、切替え制御部19を操作して記録装置として動作させることを指示する。記録信号発生器16は記録すべき信号を発生し、その記録信号は加算器17で交流信号発生器15からの交流信号と重畳され、切替え装置18に入力される。該切替え装置18は切り替え制御部19の制御により記録信号が接続され、インダクタLa～Lnを介して探針14a～14nに印加される。印加されると誘電体記録媒体11の電極13と探針14との間に電界が生じ、両電極に挟まれている誘電体薄膜12の微小領域に、電界の方向に応じた分極が発生する。この分極が情報の記録に対応する。

【0081】記録としては上述したことであるが、記録と同時に再生する場合、特に記録が正常に行われているかをチェックするために、記録モニターのための再生について述べる。上述したようにして記録されると分極の状態に応じて容量Csのキャパシタンスが決まり、この容量CsとインダクタLとを構成要因として含む共振回路の共振周波数で発振器20は発振する。発振器20から出力される容量Csの変化に対応して変調された信号はFM復調器21で復調されAM信号に変換される。このAM信号は信号検出器22に入力され、また、記録信号に重畳した交流信号も入力されて、同期検波が行われる。これにより、各探針14a～14bにより書き込まれた情報は各々即時に再生され出力される。

【0082】次に、本実施形態の誘電体情報装置1の再生装置としての動作について説明する。

【0083】まず、切替え制御部19を操作して再生装置として動作させることを指示する。交流信号発生器15からの交流信号が切替え装置18に入力される。該切替え装置18は切替え制御部19の制御により交流信号が接続され、インダクタLa～Lnを介して探針14a～14bに印加される。印加されると誘電体記録媒体11の電極13と探針14との間に電界が生じ、その電界の方向と、両電極に挟まれている誘電体12の微小領域の分極の方向により、容量Csのキャパシタンスが決まり、この容量CsとインダクタLとを構成要因として含む共振回路の共振周波数で発振器20は発振する。発振器20から出力される容量Csの変化に対応して変調された信号はFM復調器21で復調されAM信号に変換される。このAM信号は信号検出器22に入力され、また、記録信号に重畳した交流信号も入力されて、同期検波が行われる。これにより、各探針14a～14bは記録されている情報を各々分離して再生され出力される。

【0084】次に、信号検出器の同期検波に供されるロックインアンプについて、図4を参照して説明する。同期検波に用いられる手段はこのロックインアンプに限ることはないことは前述したとおりである。

【0085】ロックインアンプ5は、図4に示すように、入力端子T1、T2と、増幅器51と、波形整形器52と、同相分配器53、54と、90度移相器55と、

乗算器である混合器56、57と、低域通過フィルタ58、59と、出力端子T3、T4とによって構成される。

【0086】増幅器51は、入力端子T1を介して入力される復調信号を増幅して同相分配器53に出力する。同相分配器53は、増幅された復調信号を同相分配して混合器56と混合器57に出力する。一方、波形整形器52は、入力端子T2を介して入力された基準信号(図1の交流信号)を方形波に整形して同相分配器54に出力する。同相分配器54は、波形整形器52から出力される基準信号を同相で分配して混合器57と90度移相器55に出力する。90度移相器55は、基準信号を基準信号の周波数において90度だけ移相して混合器56に出力する。混合器56は、復調信号と90度だけ移相された基準信号を乗算して混合し、前記復調信号の周波数と前記基準信号の周波数の和と差の周波数を有する信号に変換して低域通過フィルタ58に出力する。低域通過フィルタ58は、入力される混合後の信号のうちの直流信号のみを通過させて出力端子T3に出力電圧 $V_{a1}$ を出力する。混合器57は、基準信号と復調信号とを乗算して混合し、前記復調信号の周波数と前記基準信号の周波数の和と差の周波数を有する信号に変換して、低域通過フィルタ59に出力する。低域通過フィルタ59は、入力される混合後の信号のうちの直流信号のみを通過させて出力端子T4に出力電圧 $V_{a2}$ を出力する。

【0087】ここで、低域通過フィルタ58から出力される電圧 $V_{a1}$ は、基準信号が90度だけ移相されて復調信号と混合されるので、前記復調信号と前記基準信号が同相で掛算され、且つ低域域波された後の電圧の絶対値を $|V_a|$ とし、かつ前記復調信号と前記基準信号との間の位相差を $\phi$ とすると、数1で表される。また同様に、低域通過フィルタ59から出力される電圧 $V_{a2}$ は、数2で表される。

【0088】

$$\text{【数1】 } V_{a1} = |V_a| \cdot \sin \phi$$

$$\text{【数2】 } V_{a2} = |V_a| \cdot \cos \phi$$

次に、ここで上述したように構成された基本回路を備える誘電体情報装置1において、誘電体の微小領域に印加する交流電界と誘電率及び共振周波数との関係について説明する。

【0089】誘電体情報装置1において、誘電体の微小領域に、交流信号発生器15によって探針14と電極13の間に周波数 $f_p$ の正弦波である交流電圧 $V_p$ を印加すると、微小領域に前記交流電圧 $V_p$ の振幅に比例した周波数 $f_p$ を有する正弦波の交流電界 $E_p$ を発生する。交流電圧 $V_p$ と交流電界 $E_p$ は、数3で表される角周波数 $\omega_p$ を用いて数4と数5で表すことができる。ここで $V_{p0}$ は交流電圧 $V_p$ の振幅であり、 $E_{p0}$ は交流電界 $E_p$ の振幅である。

【0090】

$$\text{【数3】 } \omega_p = 2\pi f_p$$

$$\text{【数4】 } V_p = V_{p0} \cos \omega_p$$

$$\text{【数5】 } E_p = E_{p0} \cos \omega_p$$

また、交流電圧 $V_p$ を印加したときの微小領域の誘電率 $\epsilon_t$ は、公知のように、交流電界 $E_p$ と2次の誘電率 $\epsilon_z$ と3次の誘電率 $\epsilon_3$ と4次の誘電率 $\epsilon_4$ を用いると次の数6で表される。

【0091】

$$\text{【数6】 } \epsilon_t = \epsilon_z + \epsilon_3 E_p + (1/2) \epsilon_4 E_p^2$$

ここで、数6は以下のように導くことができる。誘電体に電界を印加したときの誘電体の電束密度と電界をそれぞれ $D$ 、 $E$ として、誘電体の単位体積当たりに蓄えられる内部エネルギーと、電気的エンタルピーをそれぞれ $U$ 、 $H$ として、前記電束密度 $D$ と電界 $E$ と内部エネルギー $U$ と電気的エンタルピー $H$ の微分をそれぞれ $dD$ 、 $dE$ 、 $dU$ 、 $dH$ とすると、次の数7と数8の関係が成り立つ。

【0092】

$$\text{【数7】 } dU = E dD$$

$$\text{【数8】 } H = U - ED$$

以上の数7と数8から微分 $dH$ は、次の数9で表される。従って、電束密度 $D$ は数10で表される。

【0093】

$$\text{【数9】 } dH = -D dE$$

$$\text{【数10】 } D = -\partial H / \partial E$$

次に、電気エンタルピー $H$ を電界 $E$ の関数として原点で4次の項までテーラー展開すると、電気的エンタルピー $H$ は次の数11で与えられる。

【0094】

$$\text{【数11】 } H = (1/2)(\partial^2 H / \partial E^2) \cdot E^2 + (1/6)(\partial^3 H / \partial E^3) \cdot E^3 + (1/24)(\partial^4 H / \partial E^4) \cdot E^4$$

ここで、0次の項は、電界 $E=0$ で場に蓄えられるエネルギーを0とすることにより0とした。また、1次の項は、電界 $E=0$ で電束密度 $D=0$ になることと数10とから0になる。また、数10と数11から電束密度 $D$ は、次の数12で表される。

【0095】

$$\text{【数12】 } D = -(\partial^2 H / \partial E^2) \cdot E - (1/2)(\partial^3 H / \partial E^3) \cdot E^2 - (1/6)(\partial^4 H / \partial E^4) \cdot E^3 = \epsilon_z E + (1/2) \epsilon_3 E^2 + (1/6) \epsilon_4 E^3$$

ここで、

【0096】

$$\text{【数13】 } -(\partial^2 H / \partial E^2) = \epsilon_z$$

$$\text{【数14】 } -(\partial^3 H / \partial E^3) = \epsilon_3$$

$$\text{【数15】 } -(\partial^4 H / \partial E^4) = \epsilon_4 \text{ としている。以上の}$$

ことから、電気的エンタルピー $H$ をテーラー展開したときの、2次の展開係数に対応した $\epsilon_z$ を2次の誘電率と呼び、3次の展開係数に対応した $\epsilon_3$ を3次の誘電率と呼び、4次の展開係数に対応した $\epsilon_4$ を4次の誘電率と呼んでいる。さらに、数12において、交流電界 $E_p$ に

発振信号に対応した微小電界 $\Delta E$ が重畳している場合を考える。このとき前記交流電界 $E_p$ に対応した電束密度を $D_p$ として、前記微小電界 $\Delta E$ に対応した微小電束密度を $\Delta D$ とすると、数12は次の数16のように表わすことができる。

【0097】

$$\text{【数16】 } D_p + \Delta D = \epsilon_z(E_p + \Delta E) + (1/2)\epsilon_3(E_p + \Delta E)^2 + (1/6)\epsilon_4(E_p + \Delta E)^3$$

ここで、電束密度 $D_p$ は、次の数17で表され、また交流電界 $E_p$ に比較して微小電界 $\Delta E$ は十分小さいので、 $(\Delta E)^2$ と $(\Delta E)^3$ を含む項は0と近似することができ、数17の第2項の $\Delta D$ は数18のように表わすことができる。

【0098】

$$\text{【数17】 } D_p = \epsilon_z E_p + (1/2)\epsilon_3 E_p^2 + (1/6)\epsilon_4 E_p^3$$

$$\text{【数18】 } \Delta D = \epsilon_z \Delta E + \epsilon_3 E_p \Delta E + (1/2)\epsilon_4 E_p^2 \Delta E = \{\epsilon_z + \epsilon_3 E_p + (1/2)\epsilon_4 E_p^2\} \Delta E = \epsilon_t \Delta E$$

数18から明らかなように、微小電界 $\Delta E$ と、微小電界 $\Delta E$ によって発生する微小電束密度 $\Delta D$ の間の比例係数 $\epsilon_t$ として数6を導くことができる。また、3次の誘電率 $\epsilon_3$ は、特に交流電界 $E_p$ の向きと分極 $P$ の向きが同じ向き場合と、交流電界 $E_p$ の向きと分極 $P$ の向きが逆の向き場合とで、正負が反転する。また数6において4次の誘電率 $\epsilon_4$ よりも高次の誘電率は無視しているが、前記高次の誘電率は2次、3次、及び4次の誘電率に比較して十分小さいので、以下の説明において高次の誘電率を無視したことの影響は無い。また、以下の説明において、数式は、誘電体の厚み方向の1次元に限定して表示している。

【0099】また、前記探針14と電極13とによって挟設された前記微小領域が構成する容量 $C_s$ は、誘電率 $\epsilon_t$ に比例するので、誘電体の厚さ $d$ と探針14の先端部の面積と誘電体によって決まる正の定数 $C_e$ と数6を用いて次の数19のように表すことができる。

【0100】

$$\text{【数19】 } C_s = C_e(1/d)\{\epsilon_z + \epsilon_3 E_p + (1/2)\epsilon_4 E_p^2\}$$

また、数19で表される容量 $C_s$ は、次の数20で表される容量 $C_0$ と次の数21で表される容量変化量 $\Delta C$ を用いると数22のように表すことができる。ここで、容量 $C_0$ は、交流電圧 $V_p$ が印加されていないときの探針14と電極13と、探針14と電極13とによって挟設された前記微小領域が構成する容量であり、容量変化量 $\Delta C$ は、交流電圧 $V_p$ を印加したときの容量 $C_0$ からの容量変化量である。

【0101】

$$\text{【数20】 } C_0 = C_e(1/d)\epsilon_z$$

$$\text{【数21】 } \Delta C = C_e(1/d)\{\epsilon_3 E_p + (1/2)\epsilon_4 E_p^2\}$$

$p^2\}$

$$\text{【数22】 } C_s = C_0 + \Delta C$$

数5で表される交流電界 $E_p$ を数21の右辺に代入して、さらに数23で表される三角関数の公式を用いて変形すると、 $\Delta C$ は数24のように表すことができる。

【0102】

$$\text{【数23】 } \cos^2(\omega_p \cdot t) = \{1 + \cos(2\omega_p \cdot t)\}/2$$

$$\text{【数24】 } \Delta C = C_e(1/d)\{\epsilon_4 E_{p0}^2/4 + \epsilon_3 E_{p0} \cos(\omega_p \cdot t) + (\epsilon_4 E_{p0}^2/4) \cos(2\omega_p \cdot t)\}$$

更に、数24は、次の数25と数26と数27で表される容量変化量 $\Delta C_2$ 、 $\Delta C_3$ 、 $\Delta C_4$ を用いて数28のように書き換えることができる。ここで、容量変化量 $\Delta C_2$ は、4次の誘電率 $\epsilon_4$ と交流電界 $E_p$ の振幅 $E_{p0}$ の2乗に比例して時間的には変化しない変化量であって、容量変化量 $\Delta C_3$ は、3次の誘電率 $\epsilon_3$ と交流電界 $E_p$ の振幅 $E_{p0}$ に比例する振幅を有しかつ角周波数 $\omega_p$ を有して交番的に変化する容量変化量である。また、容量変化量 $\Delta C_4$ は、4次の誘電率 $\epsilon_4$ と交流電界 $E_p$ の振幅 $E_{p0}$ の2乗に比例する振幅を有しかつ角周波数 $2\omega_p$ を有して交番的に変化する容量変化量である。

【0103】

$$\text{【数25】 } \Delta C_2 = C_e(1/d)(\epsilon_4 E_{p0}^2/4)$$

$$\text{【数26】 } \Delta C_3 = C_e(1/d)\epsilon_3 E_{p0} \cos(\omega_p \cdot t)$$

$$\text{【数27】 } \Delta C_4 = C_e(1/d)(\epsilon_4 E_{p0}^2/4) \cos(2\omega_p \cdot t)$$

$$\text{【数28】 } \Delta C = \Delta C_2 + \Delta C_3 + \Delta C_4$$

一方、容量 $C_s$ とインダクタ $L$ は上述のようにLC共振回路を構成し、前記LC共振回路の共振周波数 $f_{LC}$ は、公知のように次の数29で表される。

【0104】

$$\text{【数29】 } f_{LC} = 1/(2\pi\sqrt{L \cdot C_s}) = 1/(2\pi\sqrt{L \cdot (C_0 + \Delta C)})$$

また、数26における $\epsilon_3 E_{p0}$ と数27における $\epsilon_4 E_{p0}^2/4$ は、2次の誘電率 $\epsilon_2$ 比べて十分小さいので、数20と数21より $C_0 \gg \Delta C$ が成り立つ。従って、数29を数30で表される近似式を用いて書き換えると、前記容量変化量 $\Delta C$ と共振周波数変化量 $\Delta f_{LC}$ の関係は、数31のように表すことができる。

【0105】

$$\text{【数30】 } \sqrt{1 + \Delta C/C_0} = (1 + \Delta C/C_0)^{-1/2} \approx 1 - (1/2)(\Delta C/C_0)$$

$$\text{【数31】 } \Delta C/C_0 = -2\Delta f_{LC}/f_{LC}$$

以上のように、前記LC共振回路の共振周波数 $f_{LC}$ は、前記容量 $C_s$ の容量変化量 $\Delta C$ に比例して共振周波数変化量 $\Delta f_{LC}$ だけ変化する。従って、発振器20は、前記共振周波数 $f_{LC}$ と同じ周波数である発振周波数 $f_{osc}$ を有する発振信号を発振して発生してFM復調器21に出力する。ここで、上述のように前記LC共振回路の共振周波数 $f_{LC}$ は、前記容量 $C_s$ の容量変化量 $\Delta C$ に比例して共振周波数変化量 $\Delta f_{LC}$ だけ変化する。従って、前記発振

周波数  $f_{osc}$  も同様に、前記容量  $C_s$  の容量変化量  $\Delta C$  に比例して変化する。

【0106】また、上述のように容量変化量  $\Delta C$  は、3 次の誘電率  $\epsilon_3$  と交流電界  $E_p$  の振幅  $E_{p0}$  に比例する振幅を有しかつ角周波数  $\omega_p$  を有して交差的に変化する容量変化量  $\Delta C_3$  と、4 次の誘電率  $\epsilon_4$  と交流電界  $E_p$  の振幅  $E_{p0}$  の2乗に比例する振幅を有し、且つ角周波数  $2\omega_p$  を有して交差的に変化する容量変化量  $\Delta C_4$  を含むので、前記発振信号は、3 次の誘電率  $\epsilon_3$  と交流電界  $E_p$  の振幅  $E_{p0}$  に比例する振幅を有し、且つ角周波数  $\omega_p$ 、即ち周波数  $f_p$  を有する信号  $S3$  と、4 次の誘電率  $\epsilon_4$  と交流電界  $E_p$  の振幅  $E_{p0}$  の2乗に比例する振幅を有し、且つ角周波数  $2\omega_p$ 、即ち周波数  $2f_p$  を有する信号  $S4$  によって周波数変調された発振信号である。このとき、前記周波数変調された発振信号の周波数偏移は、信号  $S3$  の振幅と、信号  $S4$  の振幅に比例する。

【0107】前記FM復調器21は、前記発振信号をFM復調処理して、3 次の誘電率  $\epsilon_3$  と交流電界  $E_p$  の振幅  $E_{p0}$  に比例する振幅を有し、且つ周波数  $f_p$  を有する信号  $S3$  と、4 次の誘電率  $\epsilon_4$  と交流電界  $E_p$  の振幅  $E_{p0}$  の2乗に比例する振幅を有し、且つ周波数  $2f_p$  を有する信号  $S4$  を含む復調信号をロックインアンプ5の端子T1に出力する。

【0108】ロックインアンプ5において、混合器56は、増幅された後に同相分配された一方の復調信号と、波形整形され、且つ90度移相された基準信号とを乗算して混合し、前記復調信号の周波数と前記基準信号の周波数の和と差の周波数を有する信号に変換して低域通過フィルタ58に出力し、低域通過フィルタ58は、混合後の信号のうち直流成分である出力電圧  $|V_a| \sin \phi$  のみを端子T3に出力する。一方、混合器57は、同相分配された他方の復調信号と波形整形された基準信号とを乗算して混合し、前記復調信号の周波数と前記基準信号の周波数の和と差の周波数を有する信号に変換して、低域通過フィルタ59に出力し、低域通過フィルタ59は、混合後の信号のうちの直流成分である出力電圧  $|V_a| \cos \phi$  のみを端子T4に出力する。

【0109】ここで、信号  $S3$  は前記基準信号の周波数  $f_p$  を有する信号であるので、前記混合器58と前記混合器57はそれぞれ、前記基準信号と周波数  $f_p$  を有する信号  $S3$  とを乗算して混合したときに発生する直流信号である出力電圧  $|V_a| \sin \phi$  と出力電圧  $|V_a| \cos \phi$  を出力する。即ち出力電圧  $V_{a1}$  と出力電圧  $V_{a2}$  は位相差  $\phi$  と3 次の誘電率  $\epsilon_3$  に対応した電圧になる。ここで特に、3 次の誘電率  $\epsilon_3$  が実数であって、且つ正の値のときには、数26から明らかなように、容量変化量  $\Delta C_3$  と交流電界  $E_p$  は同相で変化する。また、数31から明らかなように、前記容量変化量  $\Delta C_3$  は、共振周波数変化量  $\Delta f_{LC}$  と逆相で変化するようになる。

【0110】以上のことから、3 次の誘電率  $\epsilon_3$  が実数

であってかつ正の値のときには、共振周波数変化量  $\Delta f_{LC}$  は交流電界  $E_p$  と逆相で変化する。さらに、交流電界  $E_p$  と交流電圧  $V_p$  は同相で変化するのので、3 次の誘電率  $\epsilon_3$  が実数であってかつ正の値のときには、前記基準信号と前記信号  $S3$  の位相差  $\phi$  は  $\pi$  になる。また同様に3 次の誘電率  $\epsilon_3$  が実数であってかつ負の値のときには、前記基準信号と前記信号  $S3$  の位相差  $\phi$  は0になる。

【0111】以上のように、3 次の誘電率  $\epsilon_3$  が実数のときには、前記基準信号と前記信号  $S3$  の位相差  $\phi$  は0か  $\pi$  の値をとり、出力電圧  $V_{a1}$  は、0となり、出力電圧  $V_{a2}$  のみが出力される。また、3 次の誘電率  $\epsilon_3$  が正のときには、位相差  $\phi$  は  $\pi$  になって出力電圧  $V_{a2}$  はマイナスの値で出力されて、一方、3 次の誘電率  $\epsilon_3$  が負のときには、位相差  $\phi$  は0になって出力電圧  $V_{a2}$  はプラスの値で出力される。

【0112】(第2実施形態) 図5を参照して第2実施形態について説明する。本実施形態は誘電体記録媒体に情報を記録し、且つ記録しつつその情報を再生するために構築した誘電体情報装置に関する。

【0113】誘電体情報装置2は、探針14a~14nに印加する交流信号を発生する交流信号発生器15a~15n、記録用信号を発生する記録信号発生器16、記録信号発生器16からの信号と交流信号発生器15a~15nからの信号を重畳する加算器17a~17n、記録信号を探針14a~14nに導くインダクタL~Ln、容量  $C_s a \sim C_s n$  と共振回路を構成するインダクタL、共振回路の共振周波数に基づいて発振する発振器20、発振器20からの周波数変調された発振信号を復調するFM復調器21、FM復調器21からの復調信号を交流信号発生器15a~15nからの信号と同期をとって情報を再生する信号検出器22a~22n、及び探針14a~14nを囲うようにして接地された電極23を備える。

【0114】次に、記録しつつある状態でその情報を再生する動作について説明する。まず記録は、記録信号発生器16で記録用の信号を発生し、交流信号発生器15a~15nの交流信号と重畳されて、記録時に探針14a~14nに供給される。この印加される電圧で探針14と電極13の間に電界が生じ、誘電体12の微小領域を信号に対応した方向に分極させ、情報が記録される。

【0115】記録と同時に再生する場合、特に記録が正常に行われているかをチェックするために、分極の状態に応じて容量  $C_s$  の容量が決まり、この容量  $C_s$  とインダクタLとを構成要因とする共振回路の共振周波数で発振器20は発振する。発振器20から出力される容量  $C_s$  の変化に対応して変調された信号はFM復調器21で復調されAM信号に変換される。このAM信号は信号検出器22に入力され、また、記録信号に重畳した交流信号も入力されて、同期検波が行われる。これにより、各

探針 14a~14b により書き込まれた情報は各々即時に再生され出力され、正しく記録が行われているか否かをチェックできる。

【0116】その他、本実施形態に係わる構成要素とその作用、及び誘電体記録媒体 11 に関しては第 1 実施形態で説明したことと同様である。

【0117】（第 3 実施形態）図 6 を参照して第 3 実施形態について説明する。本実施形態は誘電体記録媒体に情報を記録するために構築した誘電体情報装置に関する。

【0118】本実施形態の誘電体情報装置 3 は、探針 14a~14n に印加する交流信号を発生する交流信号発生器 15a~15n、記録用信号を発生する記録信号発生器 16、記録信号発生器 16 からの信号と交流信号発生器 15a~15n からの信号を重畳する加算器 17a~17n を備える。

【0119】記録信号発生器 16 で記録用の信号を発生し、交流信号発生器 15a~15n の交流信号と重畳されて、記録時に探針 14a~14n に供給される。この印加される電圧で探針 14 と電極 13 の間に電界が生じ、誘電体 12 の微小領域を信号に対応した方向に分極させ、情報が記録される。

【0120】その他、本実施形態に係わる構成要素とその作用、及び誘電体記録媒体 11 に関しては第 1 実施形態で説明したことと同様である。

【0121】（第 4 実施形態）図 7 を参照して第 4 実施形態について説明する。本実施形態は誘電体記録媒体に記録されている情報を再生するために構築した誘電体情報装置に関する。

【0122】本実施形態の誘電体情報装置 4 は、探針 14a~14n に印加する交流信号を発生する交流信号発生器 15a~15n、探針 14a~14n に導くインダクタ L a~L n、誘電体の微小領域の容量 C s a~C s n と共振回路を構成するインダクタ L、共振回路の共振周波数に基づいて発振する発振器 20、発振器 20 からの周波数変調された発振信号を復調する FM 復調器 21、FM 復調器 21 からの復調信号を交流信号発生器 15a~15n からの信号と同期を取って情報を再生する信号検出器 22a~22n、及び探針 14a~14n を囲うようにして接地された電極 23 を備える。

【0123】次に再生では、探針 14 から加えられる交番電界の方向と対応する微小領域の分極 P 方向の関係から容量 C s a~C s n の値が変化し、情報に対応する。発振器 20 はこの容量 C s a~C s n の値に基づいて発振周波数が変化し、これを復調することで情報の読み出しが行われる。

【0124】インダクタ L a~L n 及び容量 C a~C n は、交流信号発生器 15a~15n からの信号が発振器 20 の発振に干渉しないように信号系統を遮断するためのハイパスフィルタを構成するために用いられている。

【0125】発振器 20 はインダクタ L と容量 C s a~C s n を構成要素とする共振回路の共振周波数で発振する。ここで、発振器 20 は上述したようにインダクタ L a~L n 及び容量 C a~C n によって信号源側と分離されているため、個々の探針毎に発振器を設ける必要はなく 1 つを備えればよい。

【0126】FM 復調器 21 は容量 C s a~C s n の変動に対応した周波数で発振する発振器 20 の出力を FM 検波し振幅信号に復調する。この復調された信号には記録されている情報の他に各探針に印加された交流信号の成分を含むものである。

【0127】信号検出器 22a~22n は上述した FM 復調器 21 からの復調信号から、交流信号発生手段 15a~15n の信号を参照信号として、各交流信号、即ち、各探針に対応した信号を分離して再生する。

【0128】再生装置としての動作は、交流信号発生器 15a からの交流信号がインダクタ L a~L n を介して探針 14a~14n に印加される。印加されると誘電体記録媒体 11 の電極 13 と探針 14 との間に電界が生じ、その電界の方向と、両電極に挟まれている誘電体 12 の微小領域の分極の方向により、誘電率が決まり、これに関する容量 C s とインダクタ L とを構成要素とする共振回路の共振周波数で発振器 20 は発振する。発振器 20 から出力される容量 C s の変化に対応して変調された信号は FM 復調器 21 で復調され AM 信号に変換される。この AM 信号は信号検出器 22 に入力され、また、記録信号に重畳した交流信号も入力されて、同期検波が行われる。これにより、各探針 14a~14b は記録されている情報を各々分離して再生され出力される。

【0129】その他、本実施形態に係わる構成要素とその作用、及び誘電体記録媒体 11 に関しては第 1 実施形態で説明したことと同様である。

【0130】（テープ状媒体記録再生装置の構成例）図 8 を参照して、テープ状に形成した誘電体記録媒体を用いる記録再生装置について説明する。

【0131】まず、記録再生装置 6 の構成の概略は、導電性の薄膜基盤 61 とその上に所定の方法で形成された記録部を形成する誘電体薄膜 62 からなるテープ状の誘電体記録媒体 63、巻き取り軸 64、65、該巻き取り軸 64、65 を駆動するモータ 66、67、誘電体記録媒体 63 の薄膜基盤 61 を接地する手段であるベース 68、探針 69、制御回路 70、操作入力部 71、動作状態表示部 72、ヘッド 73、記録再生回路 74、探針 69 の周囲を囲むように設けられ接地される電極 75、その他テープの走行、記録再生に必要な公知の機構を備える。

【0132】次に動作について説明する。誘電体記録媒体 63 はベース 68 と探針 69 に接触した状態で矢印 X の方向に、巻き取り軸 64、65 により巻き取られ、または送り出されて走行する。巻き取り軸 64、65 はそ

れぞれ制御回路70の制御信号により回転するモータ66、67に結合されていて、これによりそれぞれR1、R2の方向に回転して巻き取り、送り出しを行う。制御回路70は上記モータ66、67の回転制御に限らず、装置全体の動作をコントロールする。装置の必要な部位に配置された図示しない各種センサからのデータが入力され、プログラムされたCPUによって記録再生装置6が正常に作動するように制御する。

【0133】また、制御回路70には操作入力部71から入力される操作指示の信号を受け、その指示に従って記録再生装置6を動作させ、また、動作状態表示部72に動作状態を表示させる。入力する指示としては例えば記録、再生の選択、スタート、ストップ、早送り、巻き戻し等、従来の磁気テープを用いた装置の指示と同様のものがある。また、表示させる動作状態としては、例えば記録中であるか再生中であるか、早送りか巻き戻しか、現在の記録再生部位のアドレス等、やはり従来の磁気テープを用いた装置の動作表示と同様のものがある。

【0134】次に、ヘッド73は探針69を有し、これに情報を印加し、或いは読み取る先端部の回路を備えている。探針69は図8の紙面の垂直方向に複数本設けられている。回路として例えば図1に示す発振器20、インダクタL、容量Ca~Cn等である。ヘッド73へ供給する記録情報、読み取った再生情報は記録再生回路74で処理される。この記録再生回路74には、例えば図1に示す記録信号発生器16、交流信号発生器15、FM復調器21、信号検出器22等を備えている。電極75は発振器で発振された高周波信号が探針69から放出されアースに戻るためのものである。

【0135】尚、これら各要素の構成と動作は第1実施形態等で説明したことと同様であり、ここでの再度の説明は省略する。

【0136】記録する情報としてはテレビ、ラジオ等の映像信号や音声信号、コンピュータ用データが有り、再生出力はスピーカ、表示装置で音声出力、映像出力され、また、コンピュータのプログラムやデータとして供される。

【0137】尚、テープ状媒体記録再生装置として、記録再生機能を併せ持つ装置について述べたが、記録機能だけの装置、再生機能だけの装置についても、それに関する機能を取り上げて構成されるものである。

【0138】（ディスク状媒体記録再生装置の構成例）図9を参照して、ディスク状に形成した誘電体記録媒体を用いる記録再生装置について説明する。

【0139】まず、記録再生装置7の構成の概略は、導電性の基盤81とその上に所定の方法で形成された記録部を形成する誘電体薄膜82からなるディスク状の誘電体記録媒体83、ディスクを回転させるモータ84、誘電体記録媒体83の基盤81を接地する手段である回転ベース85、制御回路85、操作入力部87、動作状態

表示部88、ヘッド89、探針90、ヘッド89をディスク半径方向に移動するモータ91、スクリュウ92、記録再生回路93、探針90の周囲を囲むように設けられ接地される電極93、その他ディスクの回転、記録再生に必要な公知の機構を備える。

【0140】次に動作について説明する。誘電体記録媒体83は回転ベース85に乗せられ、電氣的接続を得ながら、制御回路86に制御されたモータ84によりR1方向に回転する。回転する回転ベース85を接地接続する方法としてスリップリング等の公知の技術を用いることが可能である。制御回路86は装置全体の動作をコントロールする。装置の必要な部位に配置された図示しない各種センサからのデータが入力され、プログラムされたCPUによって記録再生装置7が正常に作動するように制御する。

【0141】また、制御回路86には操作入力部87から入力される操作指示の信号を受け、その指示に従って記録再生装置7を動作させ、また、動作状態表示部88に動作状態を表示させる。入力する指示としては例えば記録、再生の選択、スタート、ストップ、ヘッド89の移動等、従来のディスクを用いた装置の指示と同様のものがある。また、表示させる動作状態としては、例えば記録中であるか再生中であるか、ヘッドの位置、現在の記録再生部位のアドレス等、やはり従来のディスクを用いた装置の動作表示と同様のものがある。

【0142】次に、ヘッド89は誘電体記録媒体83の半径方向である矢印Xで示す方向に、モータ91によりスクリュウ92を回転して移動する。このヘッド89は複数の探針90を有し、この探針90に情報を印加し、或いは読み取る先端部の回路を備えている。例えば図1に示す発振器20、インダクタL、容量Ca~Cn等である。

【0143】ヘッド89で読み取った再生情報は記録再生回路93で処理される。この記録再生回路93には、例えば図1に示す記録信号発生器16、交流信号発生器15、FM復調器21、信号検出器22等を備えている。電極94は発振器で発振された高周波信号が探針90から放出されアースに戻るためのものである。

【0144】尚、これら各要素の構成と動作は第1実施形態等で説明したことと同様であり、ここでの再度の説明は省略する。

【0145】記録する情報としてはテレビ、ラジオ等の映像信号や音声信号、コンピュータ用データが有り、再生出力はスピーカ、表示装置で音声出力、映像出力され、また、コンピュータのプログラムやデータとして供される。

【0146】尚、ディスク状媒体記録再生装置として、記録再生機能を併せ持つ装置について述べたが、記録機能だけの装置、再生機能だけの装置についても、それに関する機能を取り上げて構成されるものである。



【0147】以上詳細に説明したように、本発明の著しい特徴として、複数の探針が1つの発振器に取り付けられており、誘電体薄膜の一方の面に設けられた共通の接地される電極と、前記誘電体の微小領域に接触（或いは微小ギャップを介して接触）するように形成された複数の探針からなる電極との間に、探針側から各々異なる周波数の低周波交番電界を印加して媒体に記録された情報を同時に読み出すことができる。

【0148】また、記録再生用の信号源回路と、LC共振器を含む発振器の高周波回路をL、Cによって相互の分離しているため、発振器への干渉がない。

【0149】さらに、低周波交番電界印加用の電源は、それぞれ異なる単一周波数で発振可能であればよいため、単純で集積化も簡単である。一方の高周波用の発振器は1個を複数の探針で共用できる構成としたため、超小型の超高密度誘電体記録再生装置への実現が可能となる。

【0150】尚、以上説明した各実施形態では、誘電体記録媒体11、誘電体記録媒体83、誘電体記録媒体63を構成する誘電体は、好ましくは強誘電体からなる。これにより、一層良好に、強誘電体の微小領域に情報を高密度で書き込むことが可能となる。

【0151】本発明は、上述した実施形態に限られるものではなく、請求の範囲及び明細書全体から読み取れる発明の要旨或いは思想に反しない範囲で適宜変更可能であり、そのような変更を伴う誘電体情報装置もまた本発明の技術思想に含まれるものである。

#### 【0152】

【発明の効果】以上詳細に説明したように本発明によれば、1つの発振器を共用した複数のプローブを用いるSNDMを構成し、このSNDMを用いて誘電体の微小領域に情報を記録する機能、記録した情報を再生する機能、記録し再生する機能を有する各種の小型の誘電体情報装置が提供できる。これにより極めて超高密度で大容量、高速応答の記録再生手段として利用可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施形態の構成を示す図である。

【図2】誘電体の分極状態と出力電圧の関係を説明するための図である。

\*【図3】探針の周囲に設けられた電極の作用を説明するための図である。

【図4】信号の検出に用いられるロックインアンプの構成と信号検出の動作について説明するための図である。

【図5】第2実施形態の構成を示す図である。

【図6】第3実施形態の構成を示す図である。

【図7】第4実施形態の構成を示す図である。

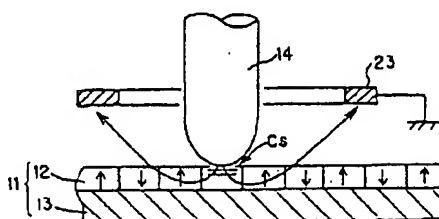
【図8】本発明の誘電体情報装置を、テープ状の誘電体記録媒体を用いて構成した記録再生装置のブロック図である。

【図9】本発明の誘電体情報装置を、ディスク状の誘電体記録媒体を用いて構成した記録再生装置のブロック図である。

#### 【符号の説明】

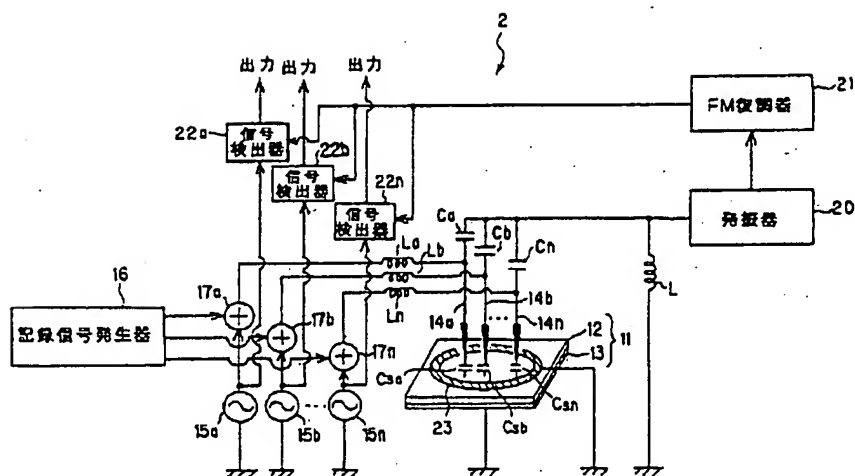
- 1, 2, 3, 4・・・誘電体情報装置
- 5・・・ロックインアンプ
- 6, 7・・・記録再生装置
- 11・・・誘電体記録媒体
- 12・・・誘電体薄膜
- 14・・・探針
- 15・・・交流信号発生器
- 16・・・記録信号発生器
- 17・・・加算器
- 18・・・切替え手段
- 20・・・発振器
- 21・・・FM復調器
- 22・・・信号検出器
- 51・・・増幅器
- 52・・・波形整形器
- 53, 54・・・同相分配器
- 55・・・90度移相器
- 56, 57・・・混合器
- 58, 59・・・LPF
- 63, 83・・・誘電体記録媒体
- 70, 86・・・制御回路
- 71, 87・・・操作入力部
- 72, 88・・・動作状態表示部
- 73, 89・・・ヘッド
- 74, 93・・・記録再生回路

【図3】

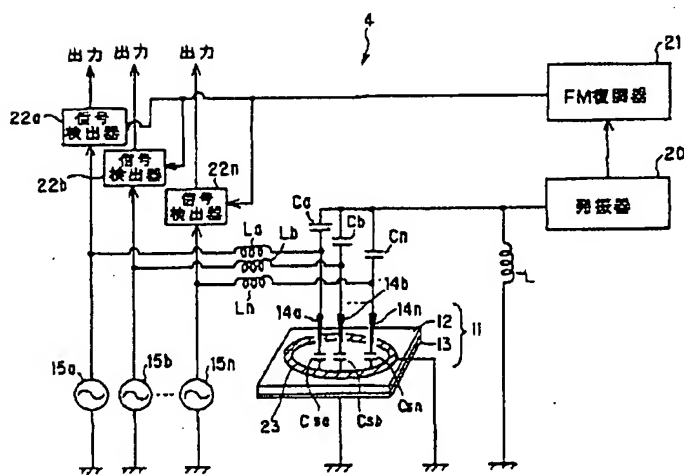




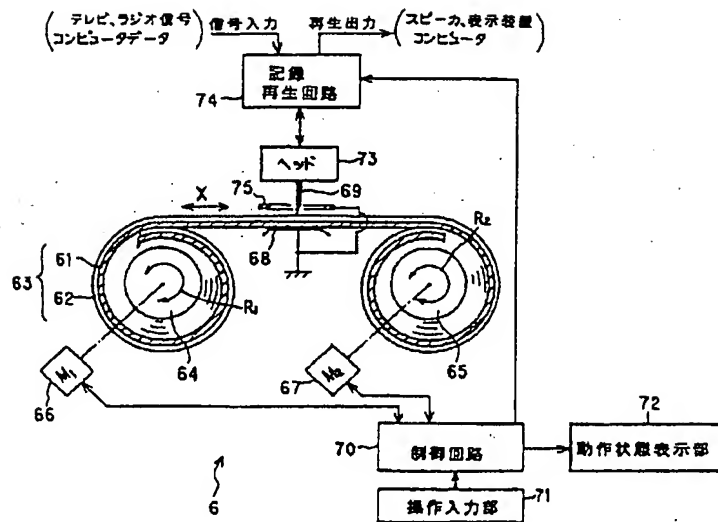
【例 5】



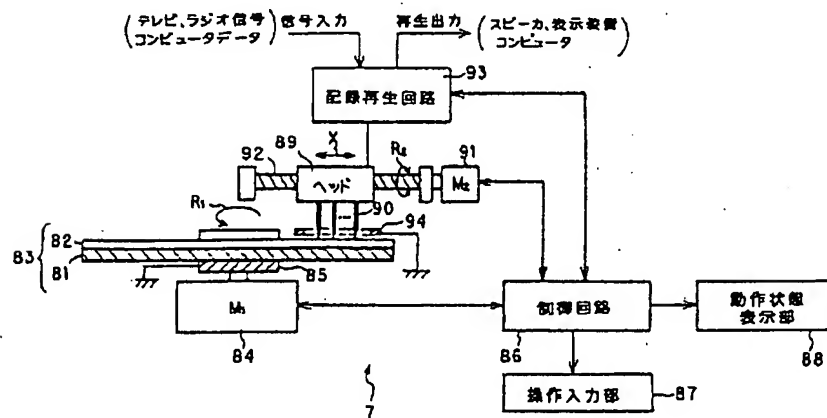
【图 7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 尾上 薫

埼玉県鶴ヶ島市富士見6丁目1番1号 パ

イオニア株式会社総合研究所内